مراجعة الفصل الرابع
المناعة في الكائنات الحية

المناعة : مقدرة الجسم من خلال جهاز المناعة على مقاومة مسببات المرض عن طريق :
- منع دخول مسببات المرض إلى الجسم
- مهاجمة مسببات المرض والأجسام الغريبة والقضاء عليها عند دخولها جسم الكائن الحي

المناعة في النبات : اسباب مرض وموت النباتات :

أسباب المرض	امثلة	الأضرار
الأعداء الخطرة	حيوانات الرعي - الحشرات - الفطريات - البكتريا - الفيروسات	تسبب أضرارا بالغة قد تؤدي إلى موت النبات أو تسبب أمراضا خطيرة للنبات
الظروف غير الملائمة	الحرارة العالية - البرودة الزائدة - نقص أو زيادة الماء - نقص العناصر الغذائية - التربة غير الملائمة	تسبب أضرارا يمكن تلافيها أو علاجها مع زوال السبب
المواد السامة	الدخان - الأبخرة السامة - المبيدات الحشرية - الصرف الصحي غير المعالج - مخلفات المصانع	تسبب أضرارا يمكن تلافيها أو علاجها مع زوال السبب وقد تسبب موت النبات

المناعة التركيبية

وسائل تركيبية موجودة أصلا في النبات	الأدمة	طبقة شمعية	تمنع استقرار الماء على بشرة النبات فلا توفر البيئة المناسبة لنمو الفطريات والبكتيريا
		الشعيرات	
		الأشواك	تمنع حيوانات الرعى ان تتغذى عليها مثال التين الشوكى
	الجدار الخلوى		يمثل الواقى الخارجى للخلايا بسبب وجود : السليلوز (يدخل في تركيب الجدار الخلوى بشكل أساسي)

	الاستجابة	السبب	الدور المناعى
وسائل تركيبية تتكون كاستجابة للإصابة بالكائنات المرضة	تكوين الفلين	القطع او التمزق بسبب نمو النبات في السمك - جمع الثمار - سقوط الأوراق في الخريف - تعدى الانسان والحيوان	يعزل المناطق الممزقة ويمنع دخول الكائنات المرضة للنبات
	تكوين التيلوزات	تعرض الجهاز الوعائي (قصيبات الخشب) للقطع وغزو الكائنات الممرضة	نموات زائدة تنشأ من تمدد الخلايا البارنشيمية المجاورة لقصيبات الخشب وتمتد داخلها من خلال النقر - تعيق حركة الكائنات الممرضة إلى الأجزاء الأخرى
	الصموغ	تعرض بعض النباتات للاصابة بالجروح	تمنع دخول الميكروبات داخل النبات
	تراكيب مناعية خلوية	غزو الكائنات الممرضة للنبات	تحدث تغيرات شكلية في بعض التراكيب الخلوية مثل : •انتفاخ جدر خلايا البشرة وتحت البشرة أثناء اختراق الكائن الممرض مما يثبط اختراقه للخلايا •احاطة خيوط الغزل الفطري المهاجم للنبات بغلاف عازل يمنع انتقاله من خلية إلى أخرى

المناعة البيوكيميائية			
	التخلص من النسيج المصاب	الاصابة بالكائنات الممرضة وفشل القضاء عليها	يقتل النبات بعض أنسجته المصابة ليمنع انتشار الكائن الممرض منها إلى الانسجة السليمة وبذلك يتخلص النبات من الكائن الممرض بموت النسيج المصاب (الحساسية المفرطة)
المستقبلات	تدرك وجود الميكروب وتنشط دفاعات النبات - توجد في النباتات السليمة ويزيد تركيزها في النباتات المصابة		
مواد كيميائية مضادة للكائنات الدقيقة	الفينولات والجلوكوزيدات	مركبات كيميائية سامة تقتل الكائنات الممرضة أو تثبط نموها مثل البكتيريا بعضها لايوجد في النباتات السليمة ولكنها تتكون عند مهاجمة الكائنات الممرضة للنبات	
	أحماض أمينية غير البروتينية	الكانافنين	موجوده أصلا في النبات قبل حدوث الاصابة لا تدخل في بناء البروتين في النبات - تدخل في تركيب بعض المواد الواقية للنبات
		السيفالوسبورين	
بروتينات مضادة للكائنات الدقيقة	انزيمات نزع السمية	مواد بروتينية يفرزها النبات لكى تتفاعل مع السموم التى تفرزها الكائنات الممرضة وتبطل سميتها - يقوم النبات بإنتاج هذه البروتينات عند الاصابة بالكائنات الممرضة - تتفاعل هذه البروتينات مع السموم التى تفرزها الكائنات الممرضة وتحولها الى مركبات غير سامة	

المناعة في الإنسان:

الجهاز المناعى في الانسان

جهاز متناثر الأجزاء لاترتبط أجزاءه ببعضها بصورة تشريحية ولكنها ترتبط معا بصورة وظيفية حيث يعمل جهاز المناعة كوحدة وظيفية واحدة

١ : الأعضاء الليمفاوية :

الأعضاء الليمفاوية	المكان	الوظيفة
١. نخاع العظام	عظام الجسم المسطحة (الترقوة - القص - الجمجمة - العمود الفقري - الضلوع - الكتف - الحوض) - رؤوس العظام الطويلة (الفخذ - الساق - العضد)	- انتاج خلايا الدم وهى : - خلايا الدم الحمراء - خلايا الدم البيضاء - الصفائح الدموية - نضج الخلايا البائية B والقاتلة الطبيعية NK
٢. الغدة التيموسية	تقع على القصبة الهوائية أعلى القلب وخلف عظمة القص	- تفرز هرمون التيموسين الذي يحفز نضج الخلايا الليمفاوية الجذعية إلى الخلايا T وتمايزها الى أنواعها المختلفة داخل
٣. اللوزتان	- غدتان ليمفاويتان متخصصتان تقعان على جانبي الجزء الخلفي من الفم	- تلتقط الميكروبات والأجسام الغريبة التى تدخل مع الطعام أو الهواء وتمنع دخولها
٤. الطحال	- عضو ليمفاوى صغير في حجم قبضة اليد لونه أحمر قاتم يقع في الجانب العلوى الأيسر من تجويف البطن	- يحتوى على نوعين من خلايا الدم البيضاء : ١. الخلايا البلعمية الكبيرة : تقوم بإلتقاط الاجسام الغريبة (ميكروبات - خلايا جسدية مسنة مثل خلايا الدم الحمراء المسنة) ويحللها إلى مكوناتها الأولية ليتخلص الجسم منها ٢. الخلايا الليمفاوية : منها ماينتج الأجسام المضادة للدفاع عن الجسم ضد الميكروبات

٥. بقع باير	- تتجمع على شكل لطع - تنتشر في الغشاء المخاطى المبطن للجزء السفلي من الأمعاء الدقيقة	- وظيفتها الكاملة غير معروفة - تلعب دورا في الاستجابة المناعية ضد الكائنات الممرضة التى تدخل الأمعاء
٦. العقد الليمفاوية	- مكانها : - تتواجد بطول الأوعية الليمفاوية الموجوده بطول الجسم مثل : تحت الابطين - على جانبي العنق -أعلى الفخذ - بالقرب من أعضاء الجسم الداخلية - حجمها : - يتراوح حجمها بين رأس الدبوس وبذرة الفول - تركيبها : - تنقسم العقدة من الداخل إلى جيوب تمتلئ بالخلايا B والخلايا T والخلايا البلعمية الكبيرة وبعض انواع خلايا الدم البيضاء الأخرى - تتصل بكل عقدة عدة أوعية ليمفاوية تنقل الليمف إليها من الأنسجة لترشحه وتخلصه من مسببات الأمراض العالقة به	- تنقية الليمف من أى مواد ضارة أو ميكروبات - تختزن الخلايا الليمفاوية (من أنواع خلايا الدم البيضاء) التى تهاجم الميكروبات وتقضى عليها اوعية دموية جيوب تحتوي خلايا مناعية وعاء ليمفاوي صادر حاجز محفظة وعاء ليمفاوي وارد تركيب العقدة الليمفاوية

٢: الخلايا الليمفاوية (غير المحببة) :

- نسبتها : حوالى ٢٠ : ٣٠٪ من خلايا الدم البيضاء - مكان تكوينها : تتكون في نخاع العظام الأحمر
- أهميتها : تبحث في الدم عن الميكروبات والاجسام الغريبة وتقضى عليها بألياتها المختلفة - الخلايا الليمفاوية لايكون لها قدرة مناعية في بداية تكوينها لأنها غير ناضجة وغير متمايزة
- تمر الخلايا اليمفاوية بعملية نضوج وتمايز في الأعضاء الليمفاوية إلى خلايا ذات قدرة مناعية تستطيع القضاء على الميكروب

	١. الخلايا البائية B	٢. الخلايا التائية T			٣. الخلايا القاتلة الطبيعية NK
النسبة	١٠ : ١٥٪	٨٠٪			٥ : ١٠٪
مكان التكوين	نخاع العظام الأحمر				
مكان النضج	نخاع العظام الأحمر	الغدة التيموسية			نخاع العظام الأحمر
الأنواع		الخلايا T_H	الخلايا T_C	الخلايا T_S	
الأهمية	التعرف على الميكروبات ويلتصق بها وانتاج الأجسام المضادة لتدميرها	١. تنشط الخلايا T_C والخلايا T_S للقيام باستجاباتها المختلفة ٢. تحفز الخلايا B لانتاج الأجسام المضادة	- تهاجم الخلايا الغريبة مثل الخلايا السرطانية والخلايا المصابة بالفيروس والأعضاء المزروعة	١. تنظم درجة الاستجابة المناعية للحد المطلوب ٢. تثبط عمل الخلايا التائية T والبائية B بعد القضاء على الميكروب	مهاجمة خلايا الجسم المصابة بالفيروس والخلايا السرطانية والقضاء عليها بواسطة الانزيمات التى تفرزها

٣: خلايا الدم البيضاء الأخرى (المحببة) :

أنواعها : الخلايا القاعدية - الخلايا الحامضية - الخلايا المتعادلة - الخلايا وحيدة النواة - التمايز بينهم الحجم ولون الحبيبات الظاهره وشكل النواة

- يمكنها بلعمة الكائنات المرضة وهضمها لذلك فهي تكافح العدوي البكتيرية والالتهابات حيث تقوم الحبيبات بتفتيت خلايا الكائنات المرضة
- تبقى في الدم فترة قصيرة نسبيا (من عدة ساعات إلى عدة أيام) والخلايا وحيدة النواة تتحول إلى خلايا بلعمية عند الحاجة حيث تلتهم الكائنات الغريبة

٤: الخلايا البلعمية الكبيرة : نوعان هما :

	الخلايا البلعمية الكبيرة الثابتة	الخلايا البلعمية الكبيرة الدوارة (الجوالة)
مكانها	في معظم أنسجة الجسم - تسمى بأسماء مختلفة حسب نوع النسيج الموجودة فيه	تتجول مع الدم في أجزاء الجسم المختلفة
أهميتها	تلتهم الأجسام الغريبة القريبة منها بطريقة البلعمة حيث تبتلع الميكروبات والاجسام الغريبة والخلايا المسنة مثل كريات الدم الحمراء المسنة وتفتتها إلى مكوناتها الاولية لتتخلص منها الجسم	١. إلتهام الأجسام الغريبة ٢. تحمل المعلومات التى تم جمعها عن الميكروبات والأجسام الغريبة لتقدمها للخلايا المناعية المتخصصة الموجودة في الغدد الليمفاوية ٣. تجهز الخلايا المناعية المتخصصة الوسائل المناعية والدفاعية للميكروبات مثل الأجسام المضادة وتخصيص نوع الخلايا القاتلة الذي سيتعامل معها

٥: المواد الكيميائية المساعدة:

المواد الكيميائية	دورها	الأهمية (الوظيفة)
١. الكيموكينات مواد بروتينية	مواد جاذبة	- مواد تجذب للخلايا البلعمية الدوارة (المتحركة مع الدم) بأعداد كبيرة نحو موقع تواجد الميكروبات والأجسام الغريبة لكي تحد من تكاثر وانتشار الميكروب المسبب للمرض
٢. الانترليوكينات مواد بروتينية	مواد منشطة	أداة اتصال أو ربط بين : ١. خلايا الجهاز المناعي المختلفة وبعضها ٢. خلايا الجهاز المناعي وخلايا الجسم الأخرى مما يساعد الجهاز المناعى في أداء وظيفته الدفاعية
٣. المتممات (المكملات) : مجموعة متنوعة من البروتينات والانزيمات	مواد محللة	- تقوم بتدمير الميكروبات الموجوده بالدم بعد ارتباط الأجسام المضادة بها وتحليل الأنتيجينات الموجوده على سطح الميكروبات واذابة محتوياتها - تصبح الميكروبات بعد ذلك في متناول خلايا الدم البيضاء كي تلتهمها
٤. الأنترفيرونات : عدة أنواع من البروتينات غير متخصصة ضد فيروس محدد	مواد واقية	- تنتجها : الخلايا المصابة بالفيروسات - تمنع الفيروس من التكاثر والانتشار في الجسم حيث ترتبط بالخلايا الحية السليمة المجاورة للخلايا المصابة وتحثها على إنتاج نوع من الانزيمات والمواد التى تثبط عمل انزيمات نسخ الحمض النووى للفيروس

٦: الأجسام المضادة:

مواد بروتينية تسمى الجلوبيولينات المناعية Ig توجد في الدم والليمف بالحيوانات الفقارية والإنسان وتظهر على شكل حرف Y وتنتجها الخلايا البائية البلازمية وأنواعها: IgA - IgE - IgD - IgG - IgM

الأنتيجينات (مولدات الضد - المستضدات): مواد بروتينية توجد على سطح البكتريا أو توجد حره تتعرف عليها الخلايا البائية B

المستقبلات المناعية: مواد بروتينية توجد سطح الخلايا الليمفاوية مثل الخلايا البائية B والتائية T تتعرف من خلالها الخلايا الليمفاوية على الانتيجين

طريقة تكوينها:

- تتعرف الخلايا البائية B على الانتيجينات وترتبط معها من خلال المستقبلات الموجوده على سطح الخلايا B
- تنقسم الخلايا البائية B لتكوين مجموعات من الخلايا البائية B البلازمية المتخصصة (خلايا بائية نشطة)
- كل مجموعة من الخلايا البائية B البلازمية الناتجة عن الانقسام تنتج نوعا واحدا من الأجسام المضادة ليرتبط مع نوعا واحدا من الأنتيجينات
- تدور الاجسام المضادة مع الدم والليمف وترتبط مع نفس نوع الانتيجين التى تعرفت عليه الخلايا البائية عند دخوله الجسم
- تقوم الأجسام المضادة وجزيئات المتممات بالإلتصاق بالبكتريا لتجعلها في متناول خلايا الدم البيضاء لتلتهمها وتحللها وتخلص الجسم منها



تركيبها: كما بالرسم:

- يتحدد تخصص كل جسم مضاد من خلال موقع الارتباط بالانتيجين وهو عبارة عن تشكيل فراغى من الأحماض الأمينية المكونة لسلسلة عديد الببتيد (بسبب اختلافهم في عدد الأحماض الأمينية وانواعها وترتيبها)
- الأجسام المضادة ثنائية الارتباط مما يجعل الإرتباط بالانتيجينات ارتباطا محكما
- مواقع الأنتيجينات متعددة على سطح الميكروب مما يجعل الارتباط بالمستقبلات ارتباطا مضمونا
- يمكن ان يوجد انواع مختلفة من الانتيجينات على نفس سطح الميكروب مما يستلزم وجود انواع مختلفة من الاجسام المضادة لكى يرتبط كل نوع مع نوع محدد من الانتيجينات

طرق عمل الاجسام المضادة تقوم الأجسام المضادة بإيقاف عمل الأنتيجينات بإحدى الطرق التالية:

الطريقة	التفسير
التعادل	- أهم وظيفة للأجسام المضادة هي تحييد الفيروسات ومنع انتشارها حيث ترتبط الأجسام المضادة بالأغلفة الخارجية للفيروسات وتمنعها من الإلتصاق بأغشية الخلايا والإنتشار أو النفاذ بداخلها اذا حدث واخترق الفيروس غشاء الخلية فإن الأجسام المضادة تمنع الحمض النووي للفيروس من الخروج والانتشار في خلايا اخرى بالإبقاء على غلاف الخلية المصابة مغلقا أى يمنع انفجار الخلية
التلازن (الإلصاق)	بعض الأجسام المضادة مثل IgM تحتوي على العديد من مواقع الارتباط مع الأنتيجينات وبالتالي يرتبط الجسم المضاد الواحد بأكثر من ميكروب من نفس النوع - يؤدى ذلك إلى تجمع الميكروبات على نفس الجسم المضاد مما يجعلها أكثر ضعفا ويسهل إلتهامها بالخلايا البلعمية الكبيرة
الترسيب	- يحدث عادة في الأنتيجينات الذائبة - يؤدي إرتباط الأجسام المضادة مع هذه الأنتيجينات إلى تكوين مركبات غير ذائبة من الأنتيجين والجسم المضاد تترسب هذه المركبات مما يسهل إلتهامها من خلال الخلايا البلعمية الكبيرة
التحلل	- يعمل اتحاد الأجسام المضادة مع الأنتيجينات على تنشيط بروتينات وانزيمات تسمى المتممات - تحلل المتممات اغلفة الأنتيجينات واذابة محتوياتها فيسهل التخلص منها بواسطة الخلايا البلعمية الكبيرة
إبطال مفعول السم	- ترتبط الأجسام المضادة مع السموم وتكوين مركبات من الأجسام المضادة والسموم - هذه المركبات تنشط المتممات فتتفاعل معها تفاعلا متسلسلا ويؤدي ذلك إلى ابطال مفعول السموم ويساعد على إلتهامها من خلال الخلايا البلعمية الكبيرة

آلية عمل الجهاز المناعي في الإنسان

أولا: المناعة الطبيعية (الموروثة - غير المتخصصة - الفطرية):

مجموعة من الوسائل الدفاعية التى تحمى الجسم وتتميز باستجابة سريعة وفعالة لمقاومة أى ميكروب أو أى جسم غريب يحاول دخول الجسم وهى غير متخصصة ضد نوع معين من الميكروبات أو الأنتيجينات

١. **خط الدفاع الأول:** مجموعة من الحواجز الميكانيكية أو الطبيعية بالجسم تمنع الكائنات المرضة من دخول الجسم

وسائل خط الدفاع الأول	الأهمية
١. الجلد	يتميز بوجود طبقة قرنية صلبة على سطحه تشكل عائقا لايسهل اختراقه - حاجز ميكانيكى
٢. العرق	تفرزه الغدد العرقية على سطح الجلد ويعتبر سائل ملحى مميت لمعظم الميكروبات حاجز كيميائي
٣. الصملاخ (شمع الاذن)	مادة تفرزها الاذن وتعمل على قتل الميكروبات لحماية الأذن من أضرارها - حاجز كيميائي
٤. الدموع	تحتوى على مواد محللة للميكروبات لحماية العين من الميكروبات - حاجز كيميائي
٥. المخاط	سائل لزج يبطن جدر الممرات التنفسية يلتصق به الميكروبات والاجسام الغريبه التى تدخل مع الهواء - حاجز كيميائي
٦. الأهداب	تبطن الجدر الداخلية للمرات التنفسية وتطرد المخاط ومايحمله من اجسام غريبة الى خارج الجسم - حاجز ميكانيكى
٧. اللعاب	يحتوى على انزيمات محللة للميكروبات - حاجز كيميائي
٨. HCl	تفرزه بعض خلايا بطانة المعدة ويسبب موت الميكروبات الداخلة مع الطعام - حاجز كيميائي

٢. **خط الدفاع الثاني:** نظام دفاعي داخلى يستخدم فيه الجسم عمليات غير متخصصة لتحيط بالميكروب لمنع انتشاره ويعمل هذا النظام عندما يفشل خط الدفاع الأول في منع دخول الميكروب الى الجسم ويشمل :- الاستجابة بالالتهاب الخلايا القاتلة الطبيعية الانترفيرونات

التغيرات التي تحدث عند حدوث جرح سطحي في الجلد ودخول الميكروبات الى الجسم (موقع الاصابة)

- يزداد عدد الخلايا الصارية (خلايا غير متخصصة غير محببة) والخلايا القاعدية (خلايا غير متخصصة - خلايا محببة) في انسجة الجسم
- تفرز هذه الخلايا مواد مولدة للالتهاب منها مادة الهستامين - هذه المواد تعمل على تمدد الاوعية الدموية يزداد توارد الدم فيها (احمرار - تورم)
- تزداد نفاذية الاوعية الدموية - يزداد تدفق بلازما الدم (من الاوعية الى النسيج المصاب): سوائل البلازما: تسبب تورم موقع الجرح مواد كيميائية مذيبة: تقتل الميكروبات - خلايا الدم البيضاء (خلايا متعادلة - خلايا وحيدة النواة - خلايا بلعمية كبيرة) تلتهم الميكروبات

ثانيا: المناعة المكتسبة (المتخصصة التكيفية):

سلسلة من الوسائل الدفاعية التخصصية التى تقاوم الكائن المرض عن طريق الخلايا الليمفاوية عندما يفشل خط الدفاع الثانى في التخلص من الأجسام الغريبة وتسمى هذه الوسائل بالاستجابة المناعية

٣.خط الدفاع الثالث : (الخلايا الليمفاوية) : تعتبر وسائل المناعة المكتسبة هي خط الدفاع الثالث وتنشط عندما يخفق خط الدفاع الثانى في التخلص من الجسم الغريب

المرحلة	المناعة الخلطية	المناعة الخلوية
التعرف	١. تتعرف الخلايا البائية B المختصه على الأنتيجين الموجود على سطح الميكروب وتلتصق به بواسطة المستقبلات المناعية ٢. يرتبط الأنتيجين مع بروتين التوافق النسيجي MHC في الخلايا B ٣. في نفس الوقت تبتلع الخلايا البلعمية الكبيرة الميكروب الحامل للأنتيجين ٤. تفرز الليسوسومات الموجودة في الخلايا البلعمية الكبيرة انزيمات تحلل الأنتيجين الخاص بالميكروب إلى أجزاء صغيرة ٥. ترتبط الأجزاء الصغيرة للانتيجين مع MHC ٦. ينتقل المركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع MHC إلى سطح غشاء الخلايا البلعمية الكبيرة ليتم عرضه على سطح الخلايا البلعمية الكبيرة ٧. تتعرف الخلايا التائية المساعدة T_H على الأنتيجين من خلال بروتين التوافق النسيجي MHC الموجود على الخلايا البلعمية الكبيرة	١. عندما يتمكن الميكروب (بكتيريا – فيروسات) من الدخول الى الجسم تقوم الخلايا البلعمية الكبيرة بابتلاعه وتفككه إلى أجزاء صغيرة ترتبط الأجزاء الصغيرة للانتيجين ببروتين التوافق النسيجي MHC ٢. ينتقل المركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع MHC إلى سطح غشاء الخلايا البلعمية الكبيرة (يتم عرضه على سطحها الخارجي) ٣. ترتبط الخلايا T_H التى تتميز بوجود المستقبل CD4 بالمركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع MHC الموجود على سطح الخلايا البلعمية الكبيرة
التنشيط	٨. ترتبط الخلايا التائية المساعدة T_H عن طريق المستقبل CD4 الموجود على سطحها بالمركب الناتج من ارتباط الأنتيجين وبروتين التوافق النسيجي MHC الموجودة على الخلايا البلعمية الكبيرة لتتحول إلى خلايا تائية مساعدة T_H نشطة ٩. ترتبط الخلايا التائية المساعدة T_H النشطة بالخلايا البائية B التى تحمل على سطحها الأنتيجينات المرتبطة مع بروتين التوافق النسيجي MHC وتنشطها بواسطة مواد بروتينية تسمى انترليوكينات لا تستطيع الخلايا T_H التعرف على الأنتيجينات إلا بعد ارتباطها مع MHC وعرضها على الغشاء البلازمى للخلايا البلعمية الكبيرة	٤. ترتبط الخلايا التائية المساعدة T_H عن طريق المستقبل CD4 الموجود على سطحها بالمركب الناتج من ارتباط الأنتيجين وبروتين التوافق النسيجي MHC الموجودة على الخلايا البلعمية الكبيرة لتتحول إلى خلايا تائية مساعدة T_H نشطة ٥. تفرز خلايا T_H النشطة انترليوكينات (مواد بروتينية) تعمل على تنشيط الخلايا T_H التى ارتبطت بها
الانقسام والتمايز	١٠. تنقسم الخلايا البائية B المنشطة وتتمايز إلى : • خلايا B بلازمية • خلايا B الذاكرة (تبقى في الدم فترة طويلة للتعرف على نوع الانتيجين اذا دخل الجسم مرة اخرى)	٦. تنقسم الخلايا T_H المنشطة وتتمايز إلى : • خلايا T_H المنشطة • خلايا T الذاكرة (تبقى في الدم فترة طويلة للتعرف على نوع الانتيجين اذا دخل الجسم مرة اخرى)
التنفيذ	١١. تنتج خلايا B بلازمية كمية كبيرة من الأجسام المضادة تمر في الأوعية الليمفاوية والدم لتصل الى الميكروب وترتبط الأجسام المضادة بالأنتيجينات الموجودة على سطح الميكروب لتحفز الخلايا البلعمية الكبيرة على التهام الميكروبات ١٢. تبقى خلايا B الذاكرة في الدم فترة طويلة من ٢٠ : ٣٠ سنة في الدم للتعرف على نوع الأنتيجين إذا دخل الجسم مرة أخرى حيث تنقسم خلايا B الذاكرة وتتمايز إلى خلايا B البلازمية التى تفرز أجسام مضادة للأنتيجين وبالتالي تكون الاستجابة سريعة	٧. تقوم الخلايا T_H المنشطة بإفراز السيتوكينات الذي يعمل على :- • جذب الخلايا البلعمية الكبيرة الى مكان الاصابة بأعداد كبيرة • تنشيط الخلايا B (تنتج الأجسام المضادة) • تنشيط الخلايا T_C (تفرز بروتين البيروفورين والسموم اليمفاوية لتقضى على الخلايا السرطانية والخلايا المصابة بالفيروس والأعضاء المزروعة) • تنشيط الخلايا القاتلة الطبيعية (تفرز انزيمات تحلل الخلايا السرطانية والخلايا المصابة بالفيروس)

- الأجسام المضادة غير فعالة بما فيه الكفاية في تدمير الميكروبات لأنها غير قادرة على المرور عبر الأغشية البلازمية للخلايا المصابة لكبر حجمها

الاستجابة النوعية للأنتيجينات

كل خلية تائية تنتج اثناء النضج نوعا من المستقبلات الخاصة بغشائها وكل نوع من المستقبلات يرتبط مع نوع واحد من الانتيجينات

	الاستجابة المناعية الأولية	الاستجابة المناعية الثانوية
الاصابة	دخول الميكروب للمرة الأولى	دخول الميكروب لمرة اخرى
نوع الخلايا	الخلايا B البلازمية والخلايا T	خلايا الذاكرة B والخلايا الذاكرة T لأنتيجينات نفس الميكروب
سرعة الاستجابة	بطيئة - يستغرق وقتا طويلا كى تتضاعف هذه الخلايا الليمفاوية (٥-١٠ أيام) لكى تصل إلى أعلى انتاجية من الخلايا الليمفاوية	سريعة - لأن خلايا الذاكرة تختزن معلومات عن الانتيجينات الخاصة بالميكروب الذي اصاب الجسم من قبل
اعراض المرض	تظهر أعراض المرض بسبب انتشار الميكروب في الجسم	لا تظهر أعراض المرض بسبب القضاء على الميكروب بسرعة
التفسير	تهاجم الخلايا B الميكروب (بالمناعة الخلطية) والخلايا T (بالمناعة الخلوية) وتقضى عليه	عند دخول نفس الميكروب الجسم تستجيب خلايا الذاكرة للميكروب وتنقسم بسرعة وتنشط المناعة الخلطية والمناعة الخلوية خلال فترة قصيرة